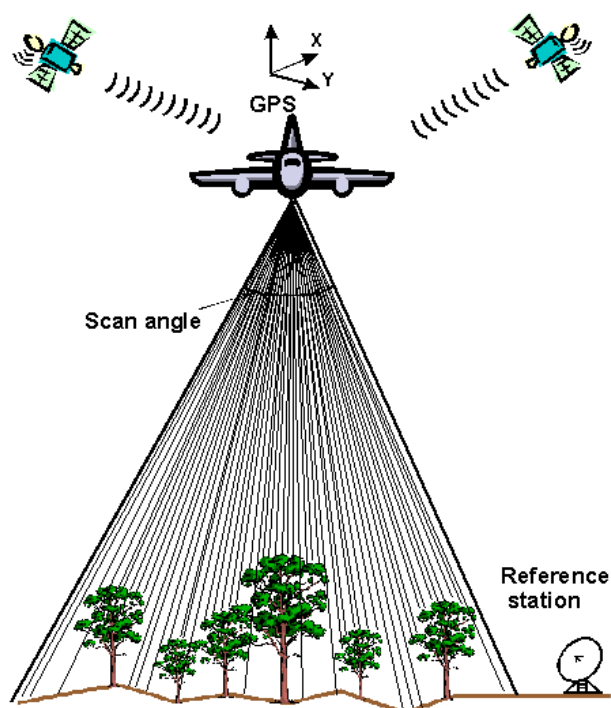




**SKOGSMÄSTARPROGRAMMET**  
Examensarbete 2008:18

## Analys av data från flyglaserscanning

*Data analyses of airborne laserscanning*



**Johan Björn**

## Förord

Detta examensarbete är en del i kursplanen i Skogsmästarprogrammet vid Sveriges lantbruks universitet och omfattar 15 högskolepoäng. Arbetet har inriktats på hur goda värden flyglaserscanning kan ge på de parametrar som krävs för att kunna ta beslut i skötsel av bestånd. Examensarbetet är på uppdrag åt Foran Remote Sensing, StoraEnso Skog och Bergvik Skog. Arbetet med denna studie har handlat om en jämförande analys mellan traditionell fältdata och data hämtad från flyglaserscanning. Tiden med detta examensjobb har varit väldigt intressant, givande och stimulerande.

Jag vill rikta ett tack särskilt tack till Tobias Jonmeister, Foran som varit hjälpsam och informativ i detta examensarbete.

Tack också till mina handledare och kontaktpersoner som varit:

Tobias Jonmeister, Foran Sverige  
Anna Norén, StoraEnso Skog  
Eric Sundstedt, SLU Skinnskatteberg

Kollerud, Torsby 2008-05-20

***Johan Björn***

"Ett problem - är början på en lösning"  
*Albert Einstein (1879-1955)*

## Sammanfattning

Inom skogsbruket är vi alltid i behov av skogliga data för att kunna ta strategiska beslut om olika skötselåtgärder för att kunna sköta skogen på bästa sätt. Vanligtvis samlas dessa data in genom fältinventeringar av skogliga planerare och data med varierande kvalitet används för framtida beslut.

StoraEnso Skog är ett stor skoglig aktör i Sverige som delvis har skötselansvaret för skogsägaren Bergvik Skogs innehav som innefattar ca 1,9 miljoner hektar produktiv skogsmark. Både StoraEnso Skog och Bergvik Skog har intresse av nya metoder och tekniker för insamling av skoglig data.

Foran Remote Sensing erbjuder möjligheten att flyglaserscanna skog och skogsmark. Foran har på uppdrag av Bergvik och StoraEnso flyglaserscannat Bergviks innehav i Älvdalen, Dalarna. StoraEnso och Bergvik har börjat tillämpa en ny typ av gallringsmall för skötseln av deras eget innehav. Mallen är baserad på *övrehöjd* och *stamantal*.

Syftet och målet med examensarbetet var att genomföra en jämförande studie mellan laserdata och traditionell fältdata från samma ytor för att kunna urskilja eventuella olikheter. Ett antal slumpmässiga avdelningar valdes ut (mestadels granbestånd) och besöktes i fält. Värden för parametrar som *övrehöjd*, *grundyta* och *stamantal* samlades in.

Efter att laserdata erhållits så gjordes regressionsanalyser på materialet för att se olika trender och korrelationer mellan parametrarna samt även ge inblick i hur skötseln av bestånden skulle påverkas av data från de olika metoderna.

Det visade sig att korrelationerna var svaga mellan parametrarna och kunde inte visa på starka samband. Utslaget i gallringsmallen mellan ForestGrid (laserdata) och Fältdata skiljdes lite åt och kan på så vis leda till olika skötselåtgärder i bestånden mellan respektive teknik. Det berörde dock endast ett fåtal bestånd.

Denna studie visar på lovande resultat för flyglaserscanning i möjligheten att tillhandahålla goda värden för parametrarna *övrehöjd* och *stamantal* som är viktiga för uppskattningen av eventuella gallringsbehov på Bergvik Skogs innehav. M a o. så bör laserdata fungera bra att tillämpa i den nya gallringsmallen för Stora Enso Skog och vara till stort gagn för planering och skötselarbete.

## Summary

In forestry there are always needs of forest data to make good strategic decisions of different actions and economic winning. Usually this data gets from field-estimations made by forest workers with expensive costs and sometimes unsatisfied quality.

StoraEnso Skog is a great forest company in Sweden and they have part of the responsibility of the forest own by Bergvik Skog. Bergvik Skog is owner of 1, 9 million hectares productive forest land. Both Bergvik and StoraEnso have great interest in new inventory techniques to get the important forest data.

The company Foran Remote Sensing offers the opportunity with airborne laserscanning of forest and forest land. Foran got the mission of Bergvik and StoraEnso to laser scan Bergviks possession in Älvdalen, Dalarna. According to that Bergvik and StoraEnso has started a new handling strategy of how to do thinning forest and they developed a new thinning mould based on *over height & numbers of stems*.

The purpose and goal in this study was to make a comparing between laser data and traditional field inventory from the same spots to perhaps see different results between the methods. A number of forest stands where chosen and became visited in field (spruce mostly). Different rates for features as *over height*, *stand basal area* and *number of stems* where collected.

When the laser data was received it was made serial of regressions analyses of this material to see correlations between the features and to give a vision of maintenance of these forest stands according to witch technique that where chosen.

It was shown that the correlations between the features was weak and couldn't show any strong connections. The results in the thinning mould between these techniques where a just little and forest maintenance would probably not be very different from each other. It where just a few forests stand that denoted from the others.

This study shows promising results for airborne laser scanning in the opportunity to collect acceptable and god rates for the features of *over height* and *number of stems* being important in estimations of thinning needs at Bergvik Skogs forests ground. In other words this new technique with airborne laserscanning will work very well in the new thinning mould to StoraEnso Skog and will be in great use to planning and forest maintenance.

## Innehållsförteckning

<u>Sammanfattning</u>	<u>3</u>
<u>Summary</u>	<u>4</u>
<u>1 Inledning</u>	<u>6</u>
1.1 Bakgrund	6
1.2 Syfte & mål	6
<u>2 Material &amp; metoder</u>	<u>8</u>
<u>3 Resultat</u>	<u>10</u>
3.1 Presentation	10
3.2 Slutsatser	16
<u>4 Diskussion</u>	<u>17</u>
<u>5 Referenser</u>	<u>18</u>

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Inom skogsbruket finns alltid ett stort behov av skogliga data och i synnerhet inom storskogsbruket. Skogliga data behövs för att kunna lägga upp strategiska skötselplaner och även som underlag till att fatta beslut om olika skötselåtgärder för att utnyttja skogen på bästa sätt efter de uppsatta mål som finns. Traditionellt så samlas dessa data in genom olika typer av fältinventeringar av planläggare och data med dels varierande kvalitet och till en hög kostnad införskaffas till underlag för beslut och framtida åtgärder.

StoraEnso Skog är ett stor skoglig aktör i Sverige som delvis har skötselansvaret för skogsägaren Bergvik Skogs innehav som innefattar ca 1,9 miljoner hektar produktiv skogsmark. Både StoraEnso Skog och Bergvik Skog har intresse av nya metoder och tekniker för insamling av skogliga data.

Sedan några år tillbaka har en teknik som kallas flyglaserscanning börjat tillämpas inom skogsbruket. Tekniken går ut på att ett flygplan (eller helikopter) flyger över det skogsbestånd som ska laserscannas och med hjälp av ett laserscanninginstrument så sänds ett antal laserpulser ner mot marken, ca 5-7 per m<sup>2</sup>. De träd som finns i detta bestånd blir då scannade och läses in av lasern och kan senare återges i de skogliga parametrar som efterfrågas.

Foran Remote Sensing erbjuder flyglaserscanning som tjänst och har på uppdrag av StoraEnso Skog och Bergvik Skog laserscannat Bergviks skogsinnehav i Älvdalen, Dalarna. Under våren 2007 genomfördes flygningen över Älvdalen.

## 1.2 Syfte & mål

Foran och StoraEnso hade intresse av att ett examensarbete gjordes av flygningen i Älvdalen. Denna studie ska påvisa hur säker data som kan ges från flyglaserscanning.

Hur säker och tillförlitliga som vissa variabler kan anses vara, vilken kvalitet det är på data i jämförelse med subjektiv fältuppskattning och hur väl det går att uppskatta gallringsbehovet. Bergvik Skog har antagit ett nytt gallringssystem med en gallringsmall baserad på *övrehöjd* och *stamantal* så dessa parametrar kommer främst att beaktas och i viss mån även grundytta.

Arbetet ska belysa hur flyglaserscanning lämpar sig för att ge de data som är i intresse för Bergvik Skog & StoraEnso Skog och hur det kan vara lämpligt för framtida planeringsarbete och skötselstrategier. Det fältuppskattade data som erhålls är också intressant för Foran Remote Sensing att använda som en referens i deras arbete.

## 2 Material & metoder

30-talet avdelningar besöktes på Älvdalens Besparingsskog av Bergviks innehav (grandominerande). 2 ytor med 10 meters radie (arean  $314 \text{ m}^2$ ) gjordes i bestånden med hjälp av Mantax dataklave. Samtliga träd i ytorna med en brösthöjdsdiameter från 10 cm och uppåt klavades in. Elektronisk höjdmätare, DME avståndsmätare och tillväxtborr användes. En Recon handdator med GPS användes för att underlätta orienteringen. Foran tillhandahöll de kartmaterial och SHAPE-filer med avdelningar till handdatorn.

Ytorna lades ut subjektivt och på representativa platser för avdelningarna och positionsbestämdes med hjälp av en Differentiell GPS (DGPS). Med hjälp av exakt positionsangivelse för ytorna så kan varje enskild provyta jämföras med laserdata från samma träd på ytan vid fältarbetet.

Tyvärr visade det sig senare när fältarbetet var klart att vissa problem hade uppstått.

### **Positionering av ytan**

*Vid fältarbetet användes en Thales MobileMapper differentiell GPS för positionering av provytorna. Tyvärr upptäcktes efter att fältarbetet genomförts att ett defekt minneskort använts för loggning av GPS-data varvid möjligheten för efterprocessering för DGPS fallit bort. Det gick därmed inte räkna med bättre noggrannhet än 5-15 meter för positionerna. För att ändå genomföra analysen av insamlade data relevant användes fältmätt höjd och laserskattad höjd för att "rimlighetstesta" och vid behov justera positioneringen av ytorna. Erfarenheter från tidigare laserscanningsprojekt visar på en noggrannhet för skattad höjd runt 5 %. Fältdatat "placerades" därför i en närliggande ForestGrid-ruta med höjdangivelser mest lik den fältmätta höjden.*

### **Problem med erhållna variabler, ForestGrid**

*Ett problem vi upptäckte var att ForestGrid-metoden, som baserar sig på beräkningar utförda i Indelningspaketet, inte ger Övrehöjd för de enskilda rutorna, utan endast hgv. Det innebär att i de tillfällen ForestGrid ska användas i kombination med de nya gallringsmallarna måste antingen övrehöjd skattas genom någon slags schablon baserad på hgv eller så måste övre höjd mätas via de SingleTrees som står inom ytan.*



### ***Extraktion av lasermätta egenskaper, Gallringsanalys***

*För analysen extraherades lasermätta egenskaper från ForestGrid-ruta och SingleTrees inom provytan på följande sätt; Stamantal per hektar (N\_ha) Grundyta (G) och Grundytevägd höjd (hgv) lästes ut från ForestGrid-rutan! Övrehöjd (övh) lästes av från de två högsta SingleTrees inom provytan.*

*(Jonmeister, 2008)*

Data från fältmätningarna användes till att göra jämförande regressionsanalyser med det tillgängliga ForestGrid-data (skogligt rutnät). Det fanns 16 provytor att via regressionsanalys skatta funktionen som beskriver sambandet mellan övrehöjd + stamantal (även grundyta) och gallringsbehovet. Spridningen och trendkurvor kunde avslöja förhållandet och skillnaderna mellan ForestGrid och fältdata. Värdena som beräknats är beståndsmedelvärden. Regressionsanalysen gjordes i Microsoft Office-Excel.

### 3 Resultat

#### 3.1 Presentation

I nedanstående tabeller uppvisas de data som erhöles ifrån ForestGrid och motsvarande Fälttytor.

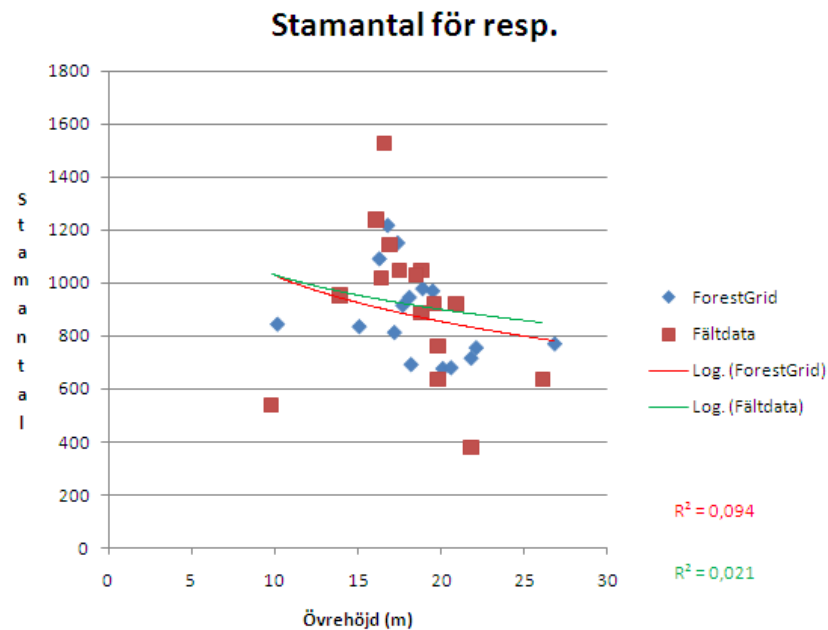
ForestGrid			
Avdelning	Övrehöjd (m)	Stamantal	Grundyta
2	18,2	691	21
2,2	26,8	769	26
3	20,1	676	21
3,2	22,1	754	34
3,3	21,8	715	21
3,4	20,6	679	22
14	18,1	944	30
16	10,2	843	11
16,2	17,2	812	21
17	17,4	1149	26
18,2	16,3	1089	22
23,2	19,5	968	30
24	18,9	977	30
26	17,7	914	25
29	16,8	1215	25
29,2	15,1	834	18

Figur 1.1 Tabeller med tillgänglig data.

Motsvarande fälttytor			
Avdelning	Övrehöjd (m)	Stamantal	Grundyta
2	18,8	891	20
2,2	26,1	637	30
3	19,8	637	19
3,2	20,9	923	40
3,3	21,8	382	26
3,4	19,8	764	22
14	16,6	1528	36
16	9,8	541	6
16,2	16,9	1146	25
17	17,5	1050	34
18,2	16,1	1241	21
23,2	19,6	923	27
24	18,8	1050	42
26	18,5	1032	26
29	16,4	1019	21
29,2	13,9	955	18

Figur 1.2 Tabeller med tillgänglig data.

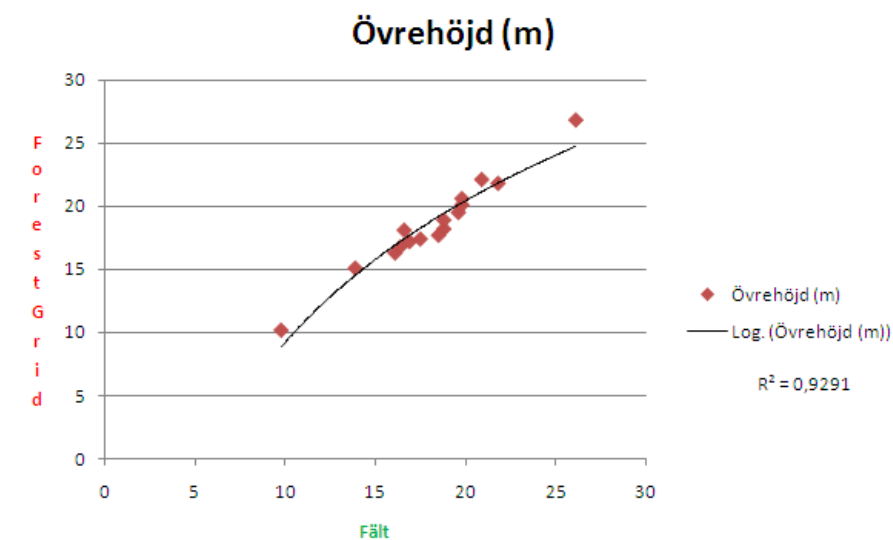
Regressionsanalyser på ForestGrid och fältdata med logaritmiska trendkurvor. Angivna parametrar är i detta fall *övre höjd* och *stamantal*.



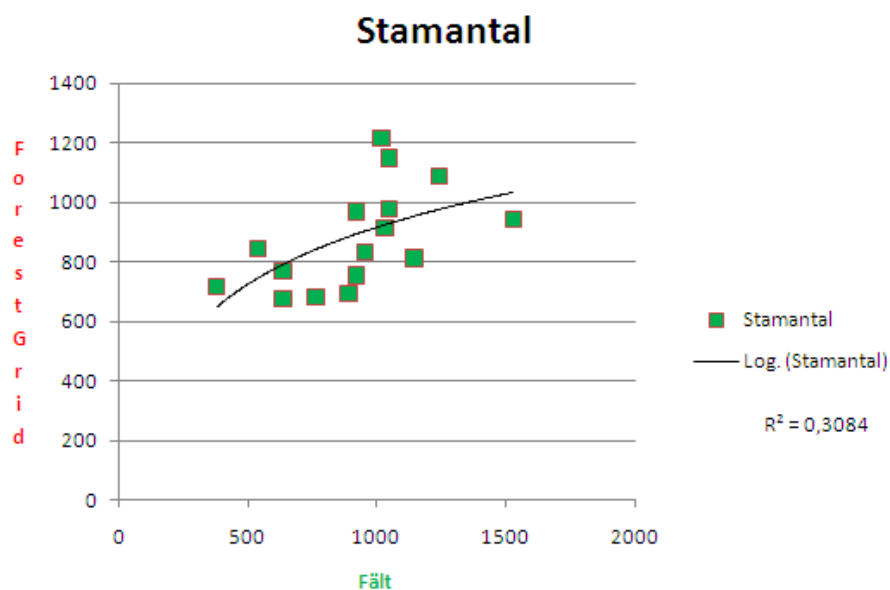
Figur 2. Spridningsdiagram med ForestGrid och Fältdata baserat på övre höjd och stamantal.

Här är trendkurvorna förhållandevis lika och det man kan se är att fältdata är mer utspridd till skillnad från ForestGrid.  $R^2$ -värdet (*determinationskoefficienten*) för ForestGrid är  $R^2 = 0,094$  m a o. en dålig korrelation (samband). Fältdata har  $R^2 = 0,021$  i  $R^2$ -värde. Det som kan sägas om ovanstående är att det är svårt att se samband mellan vad *övre höjden* är i förhållande till *stamantalet*.

Här visas differenserna mellan avdelningarna i övrehöjd och stamantal. Som visas så är det jämnare och bättre likhet i övrehöjd än vad det är i stamantal.

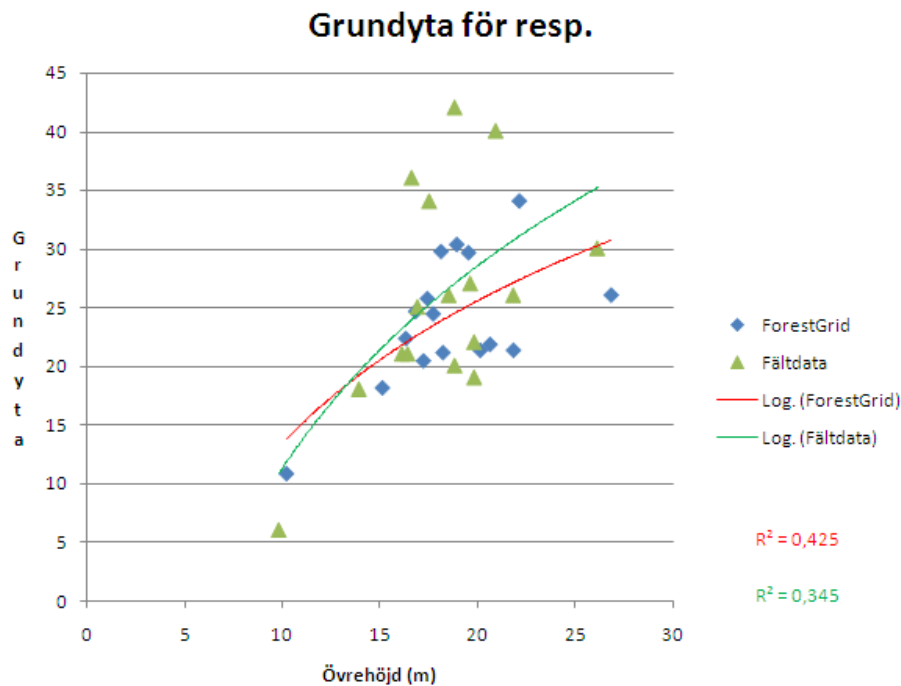


Figur 3.1. Spridningsdiagram som visualiserar relationen i övrehöjd mellan ForestGrid och Fältdata.



Figur 3.2. Spridningsdiagram som visualiserar relationen i stamantal mellan ForestGrid och Fältdata.

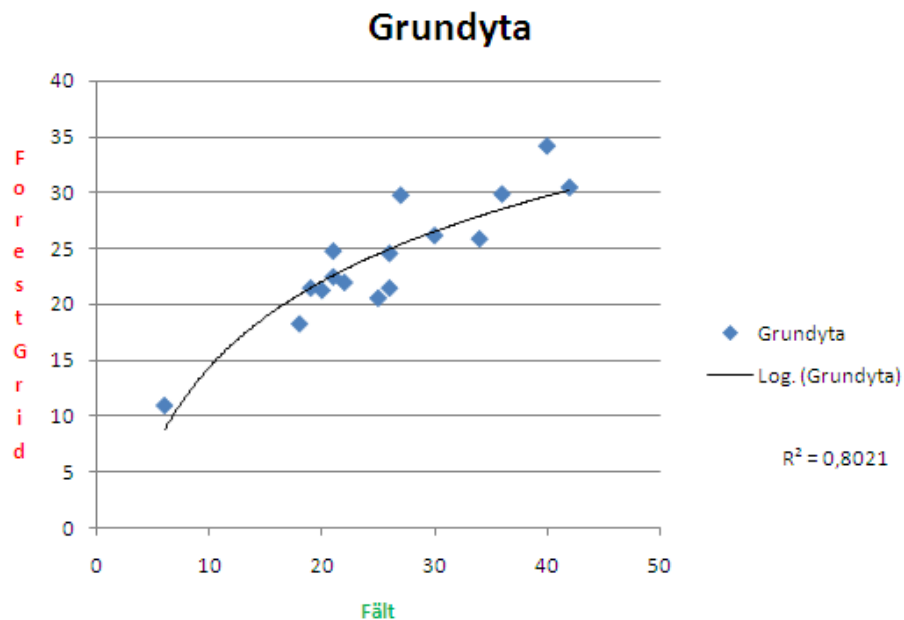
Regressionsanalyser på ForestGrid och fältdata med logaritmiska trendkurvor. Angivna parametrar är i detta fall *övre höjd* och grundyta.



Figur 4.1. Spridningsdiagram med ForestGrid och Fältdata baserat på övre höjd och grundyta.

Här skiljer sig trendkurvornas början och slut lite åt. Liksom i fallet med övre höjd så är fältdata mera spridd i dess värden än ForestGrid.  $R^2$ -värdena här är  $R^2 = 0,425$  för ForestGrid och  $R^2 = 0,345$  för Fältdata. Sambanden är fortfarande svaga men bättre än i fallen med *stamantal*.

Här kan relationen i grundyta mellan avdelningarna visualiseras. Den mest troliga anledningen i den större skillnaden mellan stamantal och grundyta mot övrehöjd i jämnhet är troligen att lasern missar mindre skymda träd på avdelningen som förekommer i ojämnt skiktade bestånd.

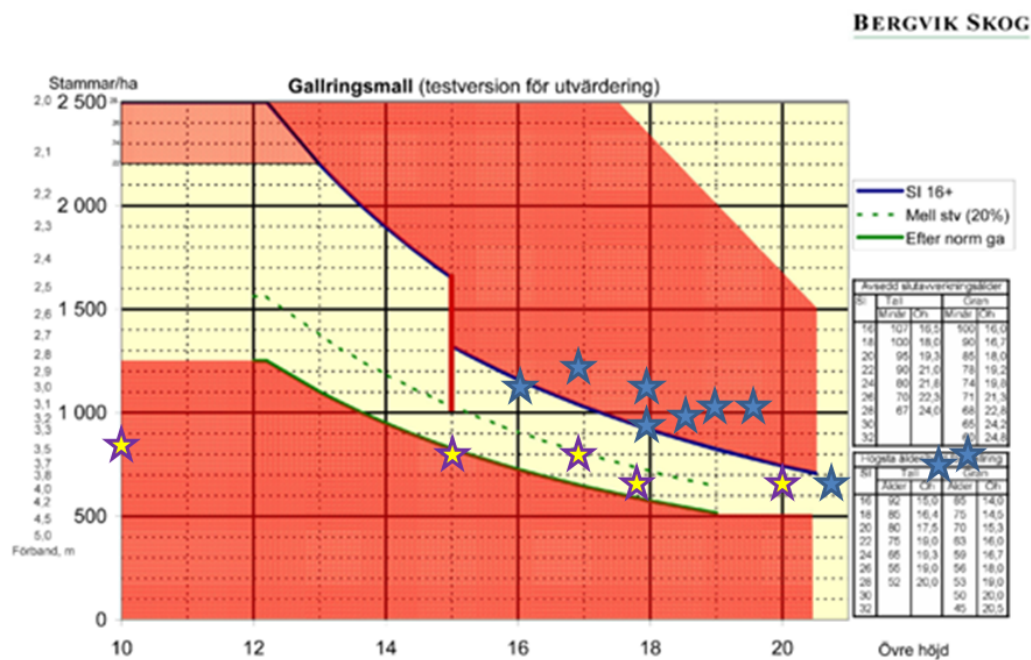


Figur 4.2. Spridningsdiagram som visualiserar relationen i grundyta mellan ForestGrid och Fältdata.

På nedanstående bild visas vad för utslag som sker i gallringsmallen när ForestGrid-data läggs in. 11 av 16 ytor är i skötselbehov i detta fall.

## *ForestGrid* i mallen

★ En yta hamnar utanför hela arket (övvh 26 och st. 800)

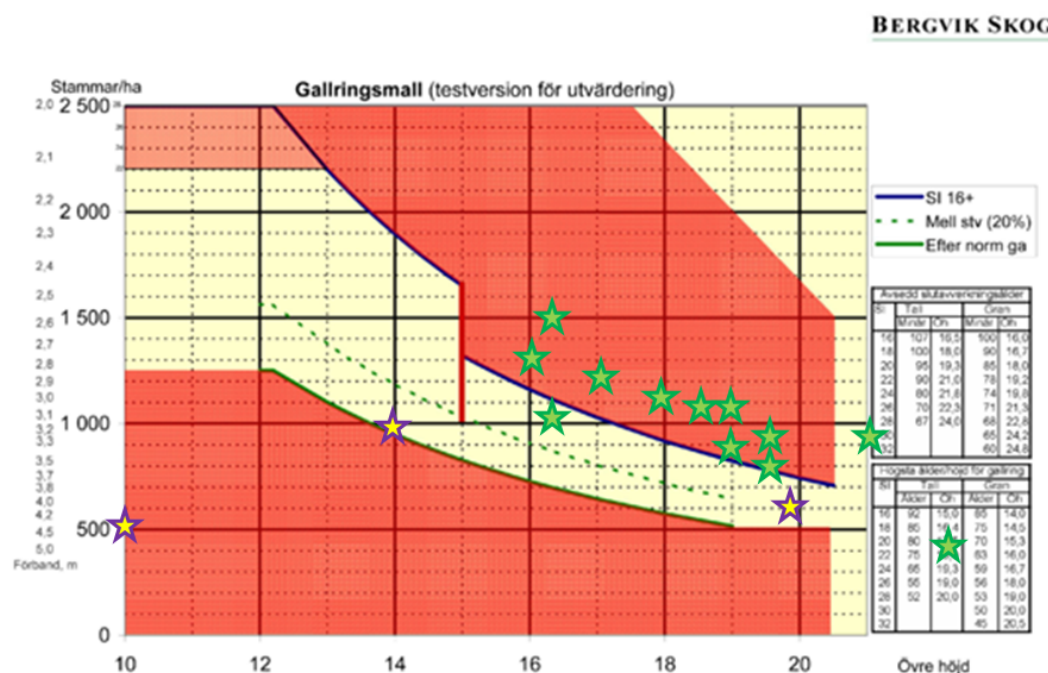


Figur 5. Utslaget i gallringsmallen för ForestGrid.

Här syns utslaget av fältdata i gallringsmallen. I detta fall är det 13 av 16 ytor som är i skötselbehov.

## Fältdata i mallen

★ En yta hamnar utanför hela arket (övvh 26 och st. 700)



Figur 6. Utslaget i gallringsmallen för Fältdata.

### 3.2 Slutsatser

Ur ett skötselperspektiv så ger ForestGrid i denna studie följande skötselhändelser: Det innebär att 4 av 16 ytor är aktuella för förnygringsavverkning, 7 av 16 ytor är i gallringsbehov och 5 av 16 ytor saknar behov av gallring eller förnygringsavverkning i nuläget.

När det gäller fältdata så ger det följande skötselhändelser: 3 av 16 ytor är aktuella för förnygringsavverkning, 10 av 16 ytor är i gallringsbehov och 3 av 16 ytor saknar behov av gallring eller förnygringsavverkning i nuläget.

Data från respektive källa ger lite olika utfall i gallringsmallen och på så vis olika resultat av hur bestånden kan åtgärdas.

$R^2$ -värdena (*determinationskoefficienten*) påvisar att det är svårt att se samband mellan parametrarna och man kan inte förlita sig på endast en variabel för att ex. uppskatta ett gallringsbehov.



## 4 Diskussion

Under arbetet med detta examensarbete uppstod några problem bl.a. med minneskortet till den DGPS som användes så positioneringen av ytorna förlorades och det planerade tillvägagångssättet med examensarbetet fick styras om. Tyvärr så innebär det också att alla ytor inte kunde användas till studien. Av de 30 planerade så kunde bara 16 användas och det innebär att mängden data som ligger till grund för resultat o.s.v. är magert.

Det material och data som har funnits tillgängligt kan dock till viss del påvisa hur spridning och vissa delar skiljer mellan ForestGrid och Fältdata. Bl. a. korrelationerna i regressionsanalyserna. Man kan också se att skillnaderna mellan ForestGrid och Fältdata inte är så stort. Det vore riktigt intressant att göra en liknande studie i ett bestånd som blivit totalinventerat för att se vilken av teknikerna som ligger närmast ett uppmätt "facit" vilket ju var tänkt från början.

## 5 Källhänvisning

### 5.1 Personliga meddelanden

Jonmister, Tobias, Foran Sverige AB

Norén, Anna, Stora Enso Skog

Sundstedt, Eric, SLU Skinnskatteberg

### 5.2 Publikationer

Verksamhetsbeskrivning, Bergvik Skog AB